




## Sapsız meşe tohumlarının bazı kimyasal bileşenlerin belirlenmesi; Demirköy Orman İşletme Müdürlüğü Örneği

Determination of some chemical components of sessile oak seeds; example of Demirkoy Forest Enterprise Directorate

Özlem MEŞE<sup>1</sup>   
Nezahat TURFAN<sup>2</sup>   
M. Nuri ÖNER<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Çankırı

<sup>2</sup> Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kastamonu

**Sorumlu yazar (Corresponding author)**

Özlem MEŞE  
ozlemeken@karatekin.edu.tr

**Geliş tarihi (Received)**

06.04.2023

**Kabul Tarihi (Accepted)**

21.05.2023

**Sorumlu editör (Corresponding editor)**

Mustafa BATUR  
mustafabatur01@ogm.gov.tr

**Atıf (To cite this article):** Meşe, Ö. , Turfan, N. & Öner, M. N. (2023). Sapsız meşe tohumlarının bazı kimyasal bileşenlerin belirlenmesi; Demirköy Orman İşletme Müdürlüğü Örneği . Ormanlık Araştırma Dergisi , 10. Uluslararası Meşe Çalıştayı , 71-78 . DOI: [10.17568/ogmoad.1278224](https://doi.org/10.17568/ogmoad.1278224)



Creative Commons Atıf -  
Türetilmez 4.0 Uluslararası  
Lisansı ile lisanslanmıştır.

### Öz

Ağaç ıslahı, ormancılıkta üretimi artırmanın en etkili yollarından biridir. Islah edilmiş tohumların kullanılması, ağaçlandırma çalışmalarında birim alan verimliliğinin artırılmasına önemli katkı sağlamaktadır. Bu nedenle kaliteli ve uygun orijinli tohumların kullanılması önemlidir. Fenotipik seleksiyona dayalı tohum seçiminin yanı sıra kimyasal içeriğinin belirlenmesi de kaliteli tohum üretimine önemli katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, ülkemiz ormanlarının kapladığı alan açısından önemli bir paya sahip doğal meşe türlerinden *Quercus petraea* subsp. *petraea* (Mattuschka) Liebl.'nin tohumları üzerinde kimyasal ölçümler yapılmıştır. Meşe tohumları Kırklareli ili Demirköy Orman İşletme Müdürlüğü Karacadağ Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan saf sapsız meşe meşcerelerinden toplanmıştır. Çimlenen, çimlenmeyen, bozuk ve çürük tohumlar şeklinde ayrılan tohumlarda prolin, glikoz, sukroz, fenolik bileşikler, pirüvat, malondialdehit (MDA) ve hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) miktarları belirlenmiştir. İstatistiksel analizde gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur (p<0.05). Sonuç olarak, sukroz, flavonoid ve toplam polifenol içeriği sağlıklı tohumlarda (1 ve 2 nolu grup) yüksek bulunurken glikoz, MDA ve (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) miktarları ise rengi değişmiş-sağlıksız tohumlarda (3 nolu grup) yüksek saptanmıştır. Ayrıca pirüvat ve prolin konsantrasyonları da çürümüş tohumlarda (4 nolu grup) daha yüksek bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Kimyasal bileşenler, Demirköy, sapsız meşe, tohum kalitesi

### Abstract

Tree breeding is one of the most efficient ways to increase production in forestry. The use of improved seeds makes a significant contribution to raising the efficiency of the unit area in forestation works. Therefore, it is important to use seeds of good quality and appropriate origin. In addition to selection of seeds based on phenotypic selection, the determination of chemical content also provides a significant contribution to quality seed production. In this study, chemical measurements were made on the seeds of *Quercus petraea* subsp. *petraea* (Mattuschka) L. which is one of the natural oak species that has an important share in terms of the area covered by our country's forests. The oak seeds were collected from the pure sessile oak stands located within Kırklareli province Demirköy Forestry Enterprise Directorate the Karacadağ Forest Sub-district Directorate boundaries. The amounts of proline, glucose, sucrose, phenolic compounds, pyruvate, malondialdehyde (MDA), and hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) were measured in the seeds classified as germinated, non-germinated, damaged and rotten. In statistical analysis, a significant difference was found between the groups (p <0.05). As a result, sucrose, flavonoid, and total polyphenol contents were found to be high in healthy seeds (1 and 2 number), while glucose, MDA, and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> amounts were detected to be higher in discolored- unhealthy seeds (3 number). Also, pyruvate and proline concentrations were higher in rotten seeds (4 number).

**Keywords:** Chemical components, Demirkoy, seed quality, sessile oak

## 1. Giriş

Tohum, ağaçların, bitkilerin yaşamlarını devam ettirebilmeleri için en önemli üreme materyalidir (OGM, 2021). Ürgenç (1998)'e göre tohum; hangi amaç ve/veya amaçlar doğrultusunda olursa olsun tüm ağaçlandırmaların çıkış noktasıdır.

Ülkemizde en önemli geniş yapraklı ağaçlarından biri olan meşe taksonları kapladıkları alanlar bakımından ilk sırada yer almaktadır ve Türkiye ormanlarında %29, 42 gibi önemli bir paya sahiptir (OGM, 2020). Meşeler; odunlarının anatomik yapıları, meyvelerinin olgunlaşma süreleri ve yaprak özelliklerine göre akmeşeler, kırmızı meşeler ve herdem yeşil meşeler olmak üzere üç gruba ayrılmakta olup sapsız meşe, ak meşeler grubunda yer almaktadır (Yaltırık, 1984). Sapsız meşe, Doğu ve Güneydoğu'da Amanos ve Antitioroslarda, 1200 m-2200 m rakımlarda karşımıza çıkan, 30 m'ye kadar boylanan dar tepeli bir ağaçtır (Yaltırık 1984; Genç, 2012). Ayrıca tüm Avrupa'da en geniş yayılışa sahip olan bu takson, Türkiye'de Demirköy, Malkara-Keşan ve Mudurnu'da sınırlı bir yayılış göstermektedir (Yaltırık, 1984). Trakya, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde yayılış gösterir ve kayın, gürgen, kızıltağaç, kestane ve dişbudak ile karışık veya saf ormanlar kurmaktadır (Genç, 2012; Öztürk, 2013).

Önemli bir alle ağacı (yol veya cadde boyunca düzgün bir görünüm vermek için dikilen ağaç) olan sapsız meşe, park ve bahçelerde grup veya soliter (tek) olarak kullanılmakta, kirli havaya ve kent iklimine dayanıklı bir ağaçtır. Bununla beraber odunu çok değerli olduğundan parke, kaplama ve yacacak olarak kullanılmaktadır (Öztürk, 2013).

Ormancılığın esasları arasında sürdürülebilirlik, genetik çeşitliliğin korunması ve ağaç ıslahı önemli bir yer tutmaktadır. Islah edilmiş tohumların kullanılması ağaçlandırma başarısını artırmaktadır. Devamlılığın ve çeşitliliğin en önemli elemanı tohum olduğu için plantasyon ormancılığının başarısında tohum kalitesinin önemli bir yeri vardır (Yılmaz, 2005, Bewley ve ark., 2013, Güney ve ark., 2013). Fidan üretimi ve ağaçlandırma çalışmalarında, başarı için tohumun çimlenme yeteneği, canlılık, fizyolojik uygunluk gibi kalite kriterleri dikkate alınmalıdır. Tohum kalitesi, bir tohum partisinin saflığı, çimlenme kapasitesi ya da gücüne işaret etmektedir; ancak tohumun çimlenme özellikleri kimyasal içerik ile yakından ilgilidir (Tilki, 2002, Baskin ve Baskin, 2014, Turfan ve ark., 2017, Ayan ve ark., 2018a). Tohumda bulunan karbonhidratlar, proteinler, yağlar, fenolik bileşikler ve hormonlar tohumun canlılığı, çimlenme kapasitesi ve saklanma süresi üzerinde önemli bir yer tutmaktadır (Yılmaz, 2008, Ayaz ve ark., 2011, Bewley ve ark.,

2013, Turfan ve ark., 2017).

Tohumlar ile yapılan çalışmalarda karşılaşılan en önemli problem tohumun fizyolojik uygunluğun etkileyen kimyasal içeriktir. Tohumun kimyasal bileşimini oluşturan moleküler yetiştigi ağacın genetik ve fizyolojik özelliklerinden etkilendiği gibi yetiştirme ortamı ile ilişkilidir. Yetiştirme ortamı özelliklerinden kaynaklanan farklılıklardan etkilenen ekotiplerin zaman içerisinde adaptasyon sağlayıp morfolojik, biyokimyasal ve moleküler farklılıklar oluşturduğunu göstermektedir (Solouki et al., 2008, Arslan ve ark., 2016). Ayrıca tohumun saklanma koşulları, hasat öncesi ve sonrası tohuma yapılan uygulamalar da tohum kimyasını etkilemektedir (Yılmaz, 2005; El Maarouf-Bouteau ve Bailly, 2008; Ayan ve ark., 2018b).

Tohumun kimyasal bileşenleri arasında bulunan başlıca karbonhidratlar, proteinler, yağlar ve diğer moleküllerin miktarı ve çeşitliliği tohum kalitesinin en önemli bileşenleridir (Miquel and Browse, 1995, Yılmaz, 2008).

Tohum içeriğindeki makro besin elementleri (yağ, protein, karbonhidrat) ve mikro besin elementleri (mineraller ve vitaminler), alkaloidler, fenolikler, flavonoidler ve antioksidanlar gibi kimyasal bileşenler açısından oldukça besleyicidirler (Alasalvar ve Shahidi, 2009).

Bu çalışmada, ülkemiz ormanlarının kapladığı alan açısından önemli bir paya sahip olan ve doğal yayılış gösteren meşe türlerinden sapsız meşenin tohumları üzerinde çimlendirme testi ve kimyasal ölçümler yapılmıştır. Bu tohumlarda tohum kalite kriteri olarak prolin, glikoz, sukroz, flavonoid, polifenol, pirüvat, malondialdehit (MDA) ve hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) belirlenmiştir. Bu kimyasal ölçümler hem sağlam hem de sağlam olmayan tohumlarda yapılmıştır. Ayrıca, hangi bileşenlerin bu tohumun kalitesini etkilediğini göstermek amacıyla sağlıklı olmayan tohum gruplarının kimyasal bileşenlerin miktarları belirlenerek ilişkilendirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS 20 programı kullanılarak ANOVA ve Tukey testlerine göre %95 güven aralığında yapılmıştır. Bu analizlerin sonuçlarına göre meşe tohumu kalitesi hakkında genel bilgi sahibi olunacaktır. Bununla beraber hangi bileşenlerden kaynaklı tohumların çimlenmediği veya bozulduğu hakkında bilgi sahibi olunabilir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma materyali olarak kullanılan meşe tohumları, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Kırklareli

ili, Demirköy Orman İşletme Müdürlüğü, Karacadağ Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan saf sapsız meşe tohum meşceresinden toplanmıştır. Tohum toplanan ağaçlar ortalama 30-40 m boya sahiptirler. Tohumların toplandığı bu sapsız meşe

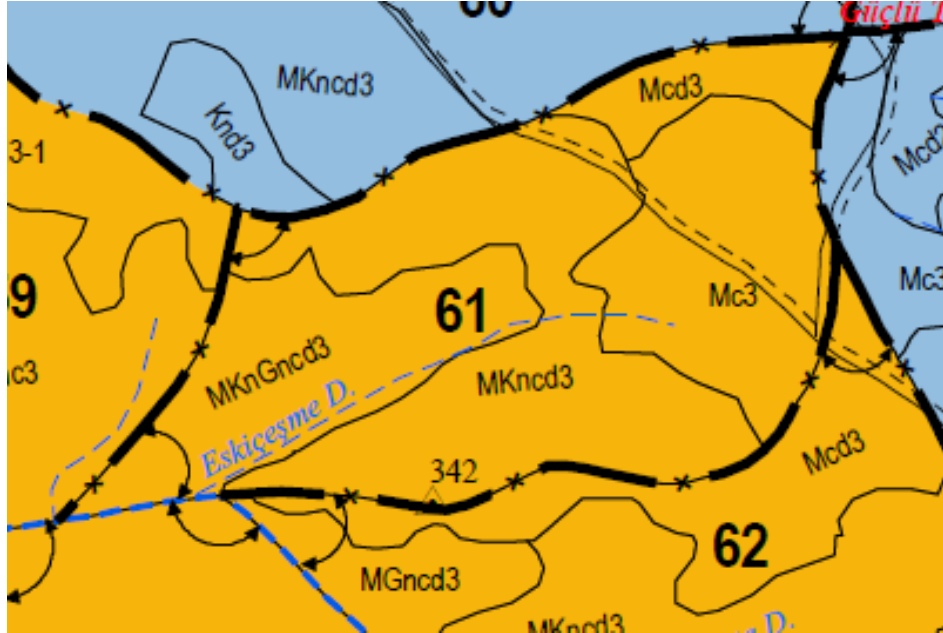
tohum meşceresi 1985 yılında Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından UK 294 numaralı tohum meşceresi olarak tescil edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Tohum meşceresine ait genel bilgiler (OGM, 2014)  
Table 1. General information of the seed stand (OGM, 2014)

UK_No	Bölme No	Meşcere Tipi	Nüve Alanı (Ha)	Alan (Ha)	Enlem	Boylam	Yükselti	Bakı	Yaş	Çap	Boy	Tescil Yılı
294	61	Mc3, Mcd3	20,1	61,6	41°56' 4''	27°42'53''	350	K	120	35	26	1985

Tohum meşceresi, 61 nolu bölmede Mc3 ve Mcd3 meşcere tiplerinde, 20,1 hektar (ha) nüve alanı ve 41,5 ha tecrit zonu olmak üzere toplam 61,6 ha alana sahiptir (Şekil 1). Amenajman planlarında yer

alan meşcereye ait yetiştirme muhiti özellikleri Tablo 2'de verilmiş olup yıllık yağış 818,0 mm ve ortalama sıcaklık 15,8 °C'dir (OGM, 2014).



Şekil 1. Tohum meşceresinin nüve ve meşcere sınırı (61 nolu bölme)  
Figure 1. Stand border of the seed stand (in compartment 61)

Tablo 2. Tohum meşceresine ait yetiştirme ortamı özellikleri (OGM, 2014)  
Table 2. Site properties of the seed stand (OGM, 2014)

Yıllık Yağış	Max Yağış/Ay Aralık	Min Yağış/Ay Ağustos	Ort. Yıllık Sıcaklık	Max. Sıcaklık/Ay Ağustos	Min. Sıcaklık/Ay Kasım	Anakaya	Toprak Tipi	Eğim
818,0 mm	128,6 mm/ Aralık	18,2 mm/ Ağustos	15,8°C	38,0°C/ Ağustos	-5,0°C/ Kasım	Volkanik	Derin taşlı	%5

Meşe taksonlarının tohumları genel olarak enlem, bakı ve yükseltiye bağlı olarak ekim-kasım aylarında olgunlaştığı için iyi nitelikli tohumlar da yere düşen tohumların toplanması ile sağlanmaktadır (Gezer ve Yücedağ, 2013). Çalışmada kullanılan meşe tohumları, 10 Ekim 2017 tarihinde meşcerede bulunan ağaçlardan yere düşen sağlam tohumlardan toplanmıştır.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Tohum canlılığı ve tohumların gruplandırılması

Laboratuvara getirilen tohumlar öncelikle tohumlarda suda yüzdürme yöntemi ile canlılık testi uygulanmıştır. Suyun dibine çöken tohumlar ve

yüzeyle yüzen tohumlar ayrılmıştır ve ayrı ayrı polietilen poşetlere konulmuştur (Örtel, 2011). Daha sonra tohumlar, +4 °C buzdolabında yaklaşık üç hafta muhafaza edilmiştir.

Meşcereden sağlam olarak toplanılan tohumlarda laboratuvar ortamında suda yüzdürme yöntemi uy-

gulanmıştır. Bu yöntemle göre suyun dibine düşen tohumlar sağlıklı (çimlenmiş: 1 ve çimlenmemiş: 2) ve suyun yüzeyinde kalanlar ise sağlıklı (rengi bozulmuş kahverengileşmiş ancak çimlenmemiş: 3 ve hem rengi değişmiş hem de çürümüş: 4) olarak gruplandırılmıştır. Her bir grupta % 25 tohum kullanılmıştır.



Şekil 2. Sol (sağlıklı, çimlenmiş-1) ve Sağ (sağlıklı, çimlenmemiş-2) tohumlar  
Figure 2. Left (healthy, germinated-1) and Right (healthy, not-germinated -2) seeds



Şekil 3. Sol (sağlıksız, rengi değişmiş -3) ve Sağ (sağlıksız, çürümüş-4) tohumlar  
Figure 3. Left (unhealthy, discolored -3) and Right (unhealthy, rotten-4) seeds

### 2.2.2. Tohum çimlendirme testi

Tohumlarda gruplandırılmadan önce çimlenme testi ile tohumların canlılığı tespit edilmiştir. Tohumlar, ince elenmiş ve sterilize edilmiş kum üzerinde, 20 °C'de çimlendirme dolabında çimlendirilmiştir ve işlem 30 günde sonlandırılmıştır. Çimlendirme testi 4x25'şer tohum ile yapılmıştır. Çimlendirme testinde her gün tohumların nemi kontrol edilmiştir. Kökçüğü en az 5 mm uzayan ve geotropizm (yere yönelim) gösteren tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Yıldız, 2010). Çimlenme yüzdesi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Boydak ve Çalışkan, 2014) ve % 58 bulunmuştur (Şekil 4).

$$\text{ÇY (\%)} = \frac{\sum ni}{N} \times 100$$

$n_i$ : i. gündeki çimlenen sayısı

N: Teste konulan toplam tohum sayısı

Çimlendirme testinde sonra tohumlar ikiye ayrıldığında tohumun içeriğinde çürüme, bozulma vb. gibi durumlar yoksa sağlıklı tohum olarak ayrılmış olup sağlıklı tohumlar da çimlenmiş (1 nolu grup) ve çimlenmemiş (2 nolu grup) olarak ikiye ayrılmıştır (Şekil 2). Eğer tohumun içeriğinde ve dışında rengi değişmiş (3 nolu grup) ve çürüme (4 nolu grup) gibi durumlar var ise sağlıklı tohumlar olarak ayrılmıştır.



Şekil 4. Sol çimlenmiş tohumlar ve sağ çimlendirme testi  
Figure 4. Left germinated seeds and right germination test

### 2.2.3. Tohumlarda yapılan kimyasal analizler

Meşe tohumlarında kimyasal bileşiklerinin analizlerinin yapılması için öncelikle her grup ayrı ayrı öğütülmüştür. Tohum örneklerinde; glikoz ve sukroz, prolin, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, MDA, pirüvat ve flavonoid özellikleri; Pearson ve ark. (1976), Bates ve ark. (1973), Velikova ve ark. (2000), Lutss ve ark. (1996), Stoll

ve Seebeck (1947), Folin-Ciocalteu'nun spektrofotometrik (Singleton ve ark., 1999) ve Kumaran ve Karunakaran (2006) yöntemlerine göre analiz edilmiştir.

Kimyasal bileşikleri analizlerinde her bir tohum grubunda ortalama 25 tohum kullanılmıştır ve analizler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Farklı grupta yer alan meşe tohumlarının kimyasal bileşikleri (prolin, glikoz, sukroz, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, MDA, pirüvat, polifenol ve flavonoid özellikleri) arasında önemli bir farklılığının olup olmadığı üzerine SPSS programı kullanılarak Varyans Analizi (ANOVA) uygulanmıştır. ANOVA sonuçları doğrultusunda, farklılığın önem derecesi Tukey testi yardımıyla belirlenmiştir.

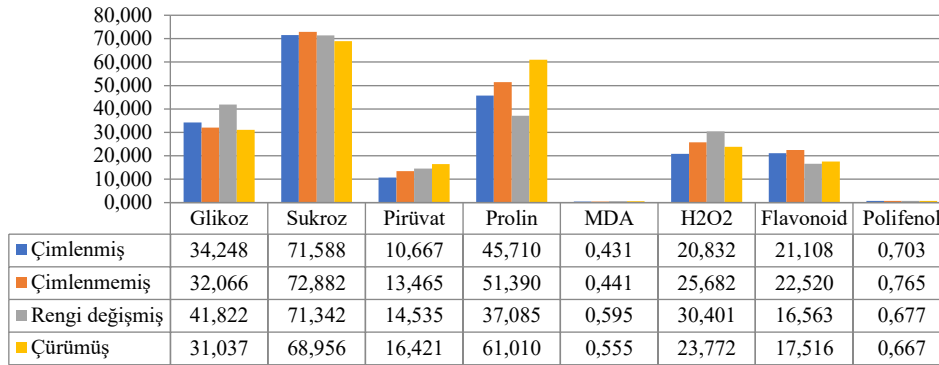
### 3. Bulgular

Bu çalışmada sağlıklı (çimlenmiş ve çimlenmemiş) ve sağlıklı (rengi değişmiş ama çürümemiş ve çürümeye başlamış) sapsız meşe tohumlarında glikoz, sukroz, prolin, pirüvat, toplam polifenol ve flavonoid, MDA ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsantrasyonları incelenmiştir. Elde edilen değerler istatistiksel olarak (p<0.05) önemli ve değerler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Tohum meşçeresinden (UK 294) toplanan tohumlarda bazı kimyasal bileşenlerin değişimleri  
Table 3. Changes in some chemical components in seeds collected from the seed stand (UK 294)

Gruplar	Glikoz mg g <sup>-1</sup>	Sukroz mg g <sup>-1</sup>	Pirüvat µmol g <sup>-1</sup>	Prolin µmol g <sup>-1</sup>	MDA µmol g <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> µmol g <sup>-1</sup>	Flavonoid µg g <sup>-1</sup>	Toplam polifenol mg g <sup>-1</sup>
1	34,247±0,06 <sup>c</sup>	71,588±0,048 <sup>c</sup>	10,666±0,137 <sup>a</sup>	45,709±0,235 <sup>b</sup>	0,431±0,001 <sup>a</sup>	20,831±0,162 <sup>a</sup>	21,107±0,029 <sup>c</sup>	0,703±0,003 <sup>c</sup>
2	32,066±0,115 <sup>b</sup>	72,881±0,025 <sup>d</sup>	13,465±0,052 <sup>b</sup>	51,390±0,079 <sup>c</sup>	0,441±0,003 <sup>b</sup>	25,681±0,082 <sup>c</sup>	22,519±0,027 <sup>d</sup>	0,765±0,002 <sup>d</sup>
3	41,821±0,061 <sup>d</sup>	71,342±0,019 <sup>b</sup>	14,534±0,041 <sup>c</sup>	37,084±0,027 <sup>a</sup>	0,594±0,002 <sup>d</sup>	30,400±0,110 <sup>d</sup>	16,563±0,022 <sup>a</sup>	0,677±0,001 <sup>b</sup>
4	31,04±0,026 <sup>a</sup>	68,956±0,013 <sup>a</sup>	16,421±0,058 <sup>d</sup>	61,010±0,07 <sup>d</sup>	0,555±0,002 <sup>c</sup>	23,771±0,021 <sup>b</sup>	17,515±0,021 <sup>b</sup>	0,667±0,001 <sup>a</sup>
F.	7290,469	7241,940	1053,363	21309,309	798,725	2092,459	11210,484	636,326
Sig.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

1.Çimlenmiş ve sağlıklı tohumlar; 2. Çimlenmemiş sağlıklı tohumlar; 3. Rengi değişmiş, sağlıklı tohumlar; 4.Çürümeye başlamış/çürümüş tohumlar



Şekil 5. Kimyasal bileşenlerin değişim grafiği  
Figure 5. Graph of change of chemical components

Tablo 3'e göre, 2 nolu grupta sukroz (72,881 mg), flavonoid (22,519 µg) ve polifenol (0,765 mg) miktarları daha yüksek bulunmuştur. Bu değerlerde 2 nolu gruptan sonra 1 nolu grupta yüksek bulunmuştur. Ayrıca, 3 nolu grupta glikoz (41,821 mg), MDA (0,594 µmol) ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30,400 µmol) değerleri en yüksek bulunurken flavonoid (16,563 µg) ise en düşük bulunmuştur. Pirüvat (16,421 µmol) ve prolin (61,010 µmol) en yüksek 4 nolu gruptaki tohumlarda bulunmuştur.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Tohum makromolekülleri canlılık, çimlenme kapasitesi ve tohumun depolanma süresini etkileyen bileşiklerdir. Herhangi bir ağaç türünün tohumunda kimyasal çeşitlilik ve miktar genotip, ağacın morfolojik, fizyolojik özellikleri, çevresel koşullar, ağaca ve tohuma yapılan uygulamalara ve saklanma koşullarına göre önemli değişim göstermektedir (Bewley ve Black, 1994, Copeland ve McDonald 200). Bu çalışmada ölçülen parametreler tohumun morfolojik özelliklerine göre önemli değişim göstermiştir.

Glikoz ve sukroz fotosentezle üretilen ve daha sonra da yaprak, kök ve tohumlarda depolanan basit şekerlerdir. Bu bileşikler embriyonun hem heterotrof safhasında hem de çimlenme safhasında karbon ve enerji kaynağı olarak kullanılır (Pöhl et al., 2019, Oku et al., 2019). Tohumlarda glikoz miktarı (41,82 mg) rengi değişmiş ancak çürümemiş tohumlarda (3 nolu) ve sukroz miktarı ise (72,88 mg) çimlenmemiş ve sağlam tohumlarda (2 nolu) en yüksektir (Tablo 3).

Glikozun 3 nolu gruptaki tohumlarda en yüksek olması tohumlarda çimlenme ve solunum reaksiyonların yüksek olması ile ilişkilendirilmiştir (Kimberly ve ark., 1998). Bu tohumlarda hem çimlenme hem de çürümeye başlama nedenleri ile solunum hızlanmıştır. Bu safhalarda karbonhidratlar ve proteinler katabolize olarak sitoplazmada ATP, su ve toksik bileşiklerin birikmesine neden olurlar (Jang ve Sheen, 1997; Kimberly ve ark., 1998).

Nitekim bu tohumlarda MDA ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yüksek olması bu düşüncüyü güçlendirmektedir (Goel ve Sheoran, 2003; El Maarouf-Bouteau ve Bailly, 2008). Bilindiği gibi çimlenme safhasında radisil (kökcük) oluşumu için hızlı bir hücre bölünmesi gerçekleşir. Bu olaylar sırasında hem ATP gereksinimi artar hem de hücre zarlarının bölünmesi ve yeni hücrelerin oluşumu da ortamda MDA ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimine neden olabilir (Kaneko ve ark. 2002; Kacprzyk ve ark., 2011).

Pirüvat solunum reaksiyonlarının kilit bileşiği olup

karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerin katabolizması ile oluşur (Davies, 2016; Sardar ve Kempken, 2018). Bu çalışmada en yüksek pirüvat 4 nolu tohumlarda (16,42 µmol) saptanmıştır (Tablo 3). Bu durum tohumlarda çürümeye bağlı makromoleküllerin yıkımının yüksek olması ile ilişkilendirilebilir (Davies, 2016).

Prolin bitkisel dokularda turgor ve ozmoz olaylarının sürdürülmesinde rol oynadığı gibi hücresel yapıların oksidatif stres hasarlarından korunmasında da etkili bir amino asittir. Başka araştırmacılar prolince zengin proteinleri içeren bitkilerin kuraklık, tuz ve diğer stres faktörlerine dayanıklı olduğunu rapor etmişlerdir (Bhaskara ve ark., 2015; Gujjar ve ark., 2019). Ancak bu çalışmada proteinlerin yıkımı sonucu prolin, 4 nolu tohumda yüksek miktarda birikmiş olabilir.

Flavonoidler ve polifenoller bitkisel dokularda yaygın olarak bulunan aromatik halkaya sahip moleküllerdir. Bu bileşikler bitkilerde tat ve koku oluşumu ve bunların değişimlerinde etkilidir (Shahidi ve Yeo, 2016). Ayrıca doku ve hücrelerin UV, patojen saldırıları ve abiyotik stres etmenlerine dayanımlarında, tohum, yaprak ve meyve gibi organların depolanma sürelerinde renk kaybı, su kaybı, çürüme reaksiyonlardan korunmalarında da rol oynamaktadır (Gruz ve ark., 2011; Nayak ve ark. 2015).

Bu çalışmada sağlıklı (1 ve 2 nolu grup) meşe tohumlarındaki flavonoid miktarı daha yüksektir; rengi bozulmuş ve çürümüş tohumlarda (3 ve 4 nolu grup) ise flavonoid ve polifenol miktarı en düşük değerdedir. Bu sonuç Gruz ve ark., 2011 ve Nayak ve ark. 2015 yapmış oldukları çalışmalar ile uyusmaktadır. 3 ve 4 nolu sağlıklı tohumlarda MDA ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeriğinin yüksek olması da bu bulguyu doğrulamaktadır (El Maarouf-Bouteau ve Bailly, 2008; Bewley ve ark., 2013; Nayak ve ark., 2015). MDA ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> değerlerinin daha yüksek olduğundan çimlenme olmaması muhtemeldir.

Sonuç olarak glikoz, sukroz, flavonoid ve toplam polifenol içerikleri tohumun kalitesini ve çimlendirmeyi etkilediği görülmüştür. Buna göre bu değerlerin yüksek olduğu meşe tohumları sağlıklı olarak nitelendirilebilir. Ayrıca lipid peroksidasyonu ürünü olan MDA ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> değerlerinin yüksek olması da tohum niteliğinin bozulduğunu ve sağlıklı tohum olduğunu gösterebilir. Bununla beraber rengi değişmiş ve çürümüş (3 ve 4 nolu) tohumların MDA ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarları yüksek olduğundan dolayı çimlenmemiş olabilir. Bu tohumların fidan üretiminde kullanılması tercih edilmemelidir.

Diğer özelliklerden pirüvat ve prolin 4 nolu grupta en yüksek çıktığından bu özellikler için genel bir

değerlendirme yapmak mümkün değildir. Örneğin literatürde prolinin kuraklık stresine karşı toleransı artırıcı bir etki gösterdiğini belirtilmektedir (Yamada et al., 2005, Kılıç, 2020). Bu özelliğinden dolayı kurak ve yarıkurak bölgelerde prolin miktarı yüksek olan tohumları tercih edilebilir denilebilir. Ancak bu çalışmada aksine çürümüş tohumlarda Prolin miktarı yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni ise proteinlerin yıkımı sonucu prolin yüksek çıkmış olabilir.

Kimyasal özelliklerin tohum içeriğine nasıl etkilediği ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ancak tohum kalitesini belirlemede sadece kimyasal özellikleri belirlemek yeterli değildir. Bunun yanında genetik çalışmalarla da desteklenebilir. Ayrıca bu çalışmada tohumları Demirköy orman işletme şefliği sınırlarında gerçekleştirilmiştir. Aynı yöreye ait farklı meşcerelerde veya farklı yörelerdeki sapsız meşe meşcerelerinde de benzer çalışmalar yapılması önerilmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışmaya katkılarından dolayı Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Demirköy Orman İşletme Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

Bu çalışma, Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü'nce 10-12 Mayıs 2022 tarihlerinde İstanbul'da düzenlenen II. Uluslararası Meşe Çalıştayı'nda özet bildiri olarak sunulmuştur.

#### Kaynaklar

2008. Study of genetic diversity in chamomile based on morphological traits and molecular markers. *Scientia Horticulturae*, 117: 281-285.

Alasalvar, C., & Shahidi, F. (2008). Tree nuts: Composition, phytochemicals, and health effects: An overview, *CRC press*, 15-24.

Arslan, Y., Amirnia, R., Ghiyasi, M., & Rahimi, A. (2016). Yetiştirme ortamının bazı *Echium Amoenum* genotiplerinin morfolojik ve tohum özellikleri üzerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 2(2), 80-88.

Ayan, S., Hasdemir, B., Turfan, N., Özel, H. B., Yer, E. N. 2018b. The effect of magnetic field applications to chemical content of stratified and unstratified seeds of Sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*. 27 (5): 3815-3822.

Ayan, S., Turfan, N., Nurten, Yer, E. N., Šeho, M., Özel, H. B., Ducci, F. 2018a. Antioxidant variability of the seeds in core and marginal populations of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). *Šumarski List*, 11–12: 593–600.

Ayaz, F. A., Glew, R. H., Turna, İ., Güney, D., Chuang, L. T., Chang, Y.C., Andrews, R., Power, L., Presley, J., Torun, H., Sahin, N. 2011. *Fagus orientalis* (Oriental be-

chnut) seeds are a good source of essential fatty acids, amino acids and minerals. *Food* 5: 48–51.

Baskin, C. C., Baskin, J. M., 2014. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. 2nd Edition, *Academic Press*, USA.

Bates L. S., Waldern R.P., Teare ID. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.

Bewley J. D., Bradford, K., Hillhorst, H.W. M., H. Nonogaki, 2013. Seeds physiology of development, germination and dormancy. *Springer*, New York.

Bewley, J.D., Black, M. 1994. Seeds: Physiology of development and germination. *Plenum Press, New York*, 445.

Copeland, L.O., McDonald, M.B. 2001. Seed science and technology, *Kluwer Academic Publishers*, 39-58.

Bhaskara, G. B., Yang, T. H., P. E. Verslues, 2015. Dynamic proline metabolism: importance and regulation in water limited environments. *Frontiers in Plant Science*, 6. Doi. org/ 10.3389/fpls.2015.00484.

Boydak, M., Çalışkan, S. 2014. Ağaçlandırma. *Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı (OGEM-VAK)*, 413- 444 sayfa, İstanbul.

Davies, M. J. 2016. Protein oxidation and peroxidation. *Biochemical Journal*, 473 (7): 805-825.

El Maarouf-Bouteau, H., C. Bailly, 2008. Oxidative signalling in seed germination and dormancy. *Plant Signal Behav.* 3:175-182.

Genç, M. 2012. Silvikültürün Temel Esasları. S. Demirel Üniversitesi Yayın No:44, Isparta.

Gezer, A., Yücedağ, C. 2013. Orman Ağacı Tohumları ve Tohumdan Fidan Yetiştirme Tekniği, SDÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın no: 56, Isparta.

Goel, A., I. S. Sheoran, 2003: Lipid peroxidation and peroxidescavenging enzymes in cotton seeds under natural ageing. *Biologia Plantarum*, 46: 429–434.

Gruz J., Ayaz, F. A., Torun, H., Strnad, M. 2011. Phenolic acid content and radical scavenging activity of extracts from medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit at different stages of ripening. *Food Chemistry*, 124(1), 271-277.

Gujjar, R. S., Pathaki, A. D., Karkute, S. G., Supaibulwatana, K. 2019. Multifunctional proline-rich proteins and their role in regulating cellular proline content in plants under stress. *Biologia Plantarum*, 63: 448-454.

Güney, D., Bak, Z. D., Aydınoglu, F., Turna, İ., Ayaz, F. A. 2013. Effect of geographical variation on the sugar composition of the oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37 (2), 221-230.

Jang, J. C., Sheen, J. 1997. Sugar sensing in higher plants. *Trends Plant Sci* 2:208-214.

Kacprzyk, J., Daly, C. T., McCabe, P. F. 2011. The botanical dance of death: Programmed cell death in plants. advances in botanical research. K. Jean-Claude and D.

- Michel, *Advances in Botanical Research*. 60: 169-261.
- Kaneko, M., Itoh H, Ueguchi-Tanaka M, Ashikari M, Matsuoka M. 2002. The  $\alpha$ -amylase induction in endosperm during rice seed germination is caused by Gibberellin synthesized in Epithelium. *Plant Physiology*. 128 (4): 1264-1270.
- Kılıç, B. 2020. Prolin ön uygulamasının kuraklık stresi koşullarındaki karaçam tohumlarının çimlenmesi üzerine etkilerinin araştırılması *Yüksek lisans tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi*.
- Kimberly, L., F., Behal, R. H., Xiang, C., Oliver, D. J., 1998. Metabolic bypass of the Tricarboxylic Acid Cycle during lipid mobilization in germinating oilseeds. *Plant Physiology*, 117 (2), 473-481.
- Kumaran A., Karunakaran R. J. 2006. Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus*. *Food Chemistry*, 97: 109-114.
- Lutts, S., Kinet, J. M., Bouharmont, J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*, 78(3): 389-398.
- Miquel, M., Browse, J. 1995. Lipid biosynthesis in developing seeds. In: "Seed Development and Germination (J. Kigel ve G. Galili Edt.)", Marcel Dekker, Inc. New York, pp. 169-192.
- Nayak B., Liu, R. H., Tang, J. 2015. Effect of processing on phenolic antioxidants of fruits, vegetables, and grains-a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55 (7), 887-918.
- OGM, 2014. Orman Genel Müdürlüğü, Demirköy Orman İşletme Müdürlüğü, Karacadağ Orman İşletme Şefliği, Amenajman Planı, Tohum Meşçeresi Yönetim Planı.
- OGM, 2020. Ormancılık İstatistikleri, Ormancılık İstatistikleri 2019.rar? ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane /resmi-istatistikler (Erişim tarihi: 25.03.2022)
- OGM, 2021. Tohum ve Ağaç Islahı ile Tohum Üretimi Çalışmaları, Tamim No: 7325, Ankara.
- Oku, S., Ueno, K., Tsuruta, Y., Jitsuyama, Y., Suzuki T., Onodera, S. 2019. Sugar accumulation and activities of enzymes involved in fructan dynamics from seedling to bulb formation in onion (*Allium cepa* L.). *Scientia Horticulturae*, 247: 147-155.
- Örtel, E., 2011. Saplı Meşe (*Quercus robur* L.)'nin Marmara Bölgesi Orijinlerinin Tohum, Fidecik ve Fidan Özellikleri. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, *Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, Bolu, 67.
- Öztürk, S. 2013. Türkiye Meşeleri Teşhis ve Tanı Klavuzu. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, *OGM matbaası*, 78-84.
- Pearson, D., Melon, H. K., Ronald, S. 1976. Chemical analysis of Foods, 8th Edition. Churchill Livingstone, Edinburg, Scotland. 5-63.
- Pöhl T, Minor N, Carle R, Schweiggert R. 2019. Accumulation of carbohydrates and pungent principles in characteristic seed and set grown onion varieties (*Allium cepa* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 92: 267-273.
- Sardar, P., Kempken, F. 2018. Characterization of indole-3-pyruvic acid pathway-mediated biosynthesis of auxin in *Neurospora crassa*. *PLoS ONE*, 13 (2): e0192293.
- Shahidi, F., Yeo, J. 2016. Insoluble-bound phenolics in food. *Molecules*, 21 (9), 1216.
- Singleton, V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymology*, 299: 152-178.
- Solouki M., Mehdikhani H., Zeinali H and Emamjomeh AA.,
- Stoll, A., Seebeck, E. 1947. Über Alliin, die genuine Muttersubstanz des Knoblauchöls. *Experientia*, 3: 114-115
- Tilki, F. 2002. Türkiye'de Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Tohumu Üzerine Teknolojik Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi. İstanbul
- Turfan, N., Yer, E. N., Ayan, S. 2017. The effect of magnetic field application to chemical content of stratified seeds of oriental beech (*Fagus orientalis* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (7):4606-4615.
- Ürgenç, S. 1998. Ağaçlandırma Tekniği. Yenilenmiş ve Genişletilmiş İkinci Baskı İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 441/3994. İstanbul.
- Velikova, V., Yordanov, I., Edrava, A., 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. Protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, 151: 59-66.
- Yaltırık, F. 1984. Türkiye Meşeleri Teşhis Klavuzu, Orman Genel Müdürlüğü yayını. Yenilik Basımevi, İstanbul
- Yamada, M., Morishita, H., Urano, K., Shiozaki, N., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., & Yoshida, Y. 2005. Effects of free proline accumulation in petunias under drought stress. *Journal of Experimental Botany*, 56(417), 1975-1981. <https://doi.org/10.1093/jxb/eri195>
- Yıldız, D. 2010. Kasnak Meşesi (*Quercus vulcanica* Boiss. and Heldr. Ex Kotschy)'nin Bazı Tohum Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta.
- Yılmaz, M. 2005. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Tohumlarının Fizyolojisi Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Yılmaz, M. 2008. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) tohumlarının kimyasal bileşimi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 11(1), 64-68.